

Revised 10 07 MAR 2005

PCT/DE 03 / 0 2 9 2 7

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

107526989



REC'D 28 OCT 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 41 593.5
Anmeldetag: 05. September 2002
Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG,
Stuttgart/DE
Bezeichnung: Verfahren zur Laserbearbeitung
beschichteter Bleche
IPC: B 23 K 26/42

BEST AVAILABLE COPY

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Sleek

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

DaimlerChrysler AG

Stückrad

05.09.2002

Verfahren zur Laserbearbeitung beschichteter Bleche

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Laserbearbeitung beschichteter Bleche gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiges Verfahren ist bereits aus der JP 11-047967 bekannt.
- 10 Bei vielen beschichteten Blechen, insbesondere bei Zinkbeschichteten Blechen wie sie in der Automobilindustrie Verwendung finden, weist das Beschichtungsmaterial einen deutlich niedrigeren Siedepunkt auf als der Schmelzpunkt des Blechmaterials. Dadurch kommt es beim Laserschweißen
- 15 derartiger Bleche im Überlapp-Stoß zu explosionsartigen Verdampfungen von Beschichtungsmaterial, welche die Qualität der Verbindung stark beeinträchtigen.
- 20 Zur Verbesserung der Verbindungsqualität wurde bereits vorgeschlagen, mittels Abstandhaltern enge Spalten zwischen den Blechen zu erzeugen, in die das verdampfte Beschichtungsmaterial entweichen kann. Geeignete kraterförmige Abstandhalter können gemäß der JP 11-047967 durch Laserbeschuß der Oberfläche erzeugt werden.
- 25 Nachteilig dabei ist vor allem die erforderliche relativ lange Bearbeitungszeit, welche insbesondere in der Serienproduktion erhebliche Kosten verursacht.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, die erforderliche Bearbeitungszeit zur Herstellung der Abstandshalter zu senken und dabei die Bearbeitungsqualität mindestens beizubehalten, vorzugsweise zu verbessern.

5

Die Erfindung ist in Bezug auf das zu schaffende Verfahren durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 wiedergegeben. Die weiteren Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens (Patentansprüche 2 bis 6).

10

Die Aufgabe wird bezüglich des zu schaffenden Verfahrens erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Laserstrahl mittels einer Scanner-Einrichtung auf die Oberfläche gelenkt wird. Eine Scanner-Einrichtung ist eine besonders schnelle und flexible Stahlablenk-Einrichtung, beispielsweise ein Spiegelsystem (aus mindestens einem ein- oder mehr-achsig ansteuerbaren schwenkbaren Spiegeln) oder auch akusto-

20

Der große Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber dem in JP 11-047967 vorgeschlagenen besteht darin, daß die Scanner-Einrichtung gleichmäßig relativ zur Oberfläche eines Bleches bewegt wird und dabei die Scannereinrichtung den Laserstrahl für einen kurzen Bearbeitungszeitraum auf eine Bearbeitungsfläche lenkt und dann sehr schnell auf eine andere Bearbeitungsfläche umlenkt. Hierdurch entfallen die für die Umpositionierung des Laserstrahls erforderlichen Zeiten nahezu vollständig. Somit wird eine sehr hohe Auslastung des Lasersystems ermöglicht. Im Gegensatz dazu wird bei einem konventionellem Lasersystem, wie es beispielsweise in der JP 11-047967 zur Anwendung kommt, ein Laserstrahl mittels eines starren Linsensystems auf die Bearbeitungsfläche gelenkt. Für den Übergang

30

35

zu einer zweiten Bearbeitungsfläche muß das Linsensystem relativ zum Bauteil bewegt werden, währenddessen muß der Laser ausgeschaltet werden. Weiterhin sind die Lage und Anordnung der Topographieänderungen erfindungsgemäß innerhalb des Bearbeitungsbereiches des Laserscanners frei programmierbar. Im Vergleich zum starren Linsensystem muß der Laserscanner nicht über die einzelnen Topographieänderungen positioniert werden, sondern kann in vorteilhafter Weise auf einer optimierten Bahn zwischen den Topographieänderungen geführt werden. Aus diesen Unterschieden resultieren sehr unterschiedliche erforderliche Bearbeitungszeiten: Mittels eines Laserscanners ist die Erzeugung von 30 geeigneten Topographieänderungen in circa 0,3 Sekunden möglich, ein konventionelles System erfordert circa die 10-fache Bearbeitungszeit.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Laserstrahl nicht auf die Oberfläche fokussiert. Vorzugsweise befindet sich der Fokus in einer solchen Entfernung von der Oberfläche des zu bearbeitenden Bleches, dass die Bestrahlungsfläche des Lasers auf der Oberfläche dessen Fokusfläche um mindestens 50 Prozent, besser 200 Prozent übersteigt. Die gesamte Bearbeitungsfläche wird durch Bewegung der Bestrahlungsfläche mittels minimaler Umlenkung des Laserstrahls abgedeckt. Eine solche flächige Erwärmung vergleichmäßig den Aufschmelzvorgang von Beschichtung und Blech und begünstigt die Ausbildung geeigneter Topographieänderungen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugt der Laserstrahl die mindestens eine Topographieänderung auf der ihm abgewandten Seite des mindestens einen Bleches, indem er dieses Blech im Bereich seiner Bearbeitungsfläche durchgehend aufschmilzt. Hierzu ist eine geeignete Bearbeitungszeit bis zum Durch-

tritt vorzugeben oder auch ein Durchtrittssensor vorzusehen, der die Bearbeitungszeit regelt. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine weitere Verfahrensbeschleunigung beim Zusammenschweißen mehrerer Bleche. Bei dem Verfahren gemäß der JP 11-047967 wird zunächst ein einzelnes Blech ausgerichtet und dann werden Topographieänderungen auf dieses Blech aufgebracht, danach wird ein weiteres Blech zugeführt und relativ zu dem ersten ausgerichtet und dann werden beide zusammengepreßt und verschweißt. Vorteilhafter ist es aber, beide Bleche gemeinsam ohne Anpressdruck auszurichten. Mangels Anpressdruck verbleibt ein für die meisten Anwendungen ausreichender Minimalspalt zwischen den Blechen, er kann jedoch auch mittels einer geeigneten Ausrichtvorrichtung gewährleistet werden. Danach werden durch eines oder auch durch beide der Bleche Topographieänderungen gemäß dieser vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens eingebracht. Danach werden die Bleche zusammengepreßt und miteinander verschweisst. In Anbetracht der hohen Geschwindigkeit der Scanner-Einrichtung und der Erzeugung der Topographieänderungen bedeutet die Einsparung eines Ausrichtvorgangs eine ganz wesentliche Zeitersparnis.

Vorteilhaft ist es auch, wenn der Laserstrahl von der Scanner-Einrichtung derart geführt wird, daß er um das Zentrum seiner Bearbeitungsfläche eine enger werdende Spirale beschreibt. Dies ermöglicht insbesondere bei einer durchschießenden Bearbeitung gleichmäßigere Aufschmelz- und Abkühlvorgänge und somit die Ausbildung einer Topographieänderung in Form einer gleichmäßig konturierten Erhebung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mindestens ein weiteres Blech mit dem mindestens einen beschichteten Blech derart in Kontakt gebracht, daß die mindestens eine herausragende Topo-

graphieänderung die Ausbildung mindestens eines Spaltes zwischen den mindestens zwei Blechen bewirkt, und daß die mindestens zwei Bleche im Bereich des mindestens einen Spaltes miteinander verschweisst werden, derart, daß dabei 5 auftretende Verdampfungsprodukte in den mindestens einen Spalt entweichen können. Die Entweichmöglichkeit für die Verdampfungsprodukte gewährleistet eine wesentlich höhere Qualität der Schweißnaht.

10 In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die mindestens zwei Bleche derart miteinander verschweisst werden, daß die entstehende Schweißnaht die vorher erzeugte mindestens eine Topogra-
phieänderung zumindest teilweise überschweißt.

15

Jede derartige Topographieänderung stellt eine Verletzung der Beschichtung dar, da diese infolge der Laserbestrahlung verdampft und das blanke Blechmaterial zurückbleibt. Insbesondere eine Zinkbeschichtung im Automobilbau dient als Korrosionsschutz. Jede Verletzung kann einen Korrosionskeim darstellen. Eine Schweißnaht stellt zwar ebenfalls eine derartige Verletzung dar, sie ist aber für die Verbindung zwingend erforderlich. Dadurch, daß die Schweißnaht über die Topographieänderungen gezogen wird und diese zumindest teilweise ersetzt, wird die Anzahl der möglichen Korrosionskeime vermindert und damit das Korrosionsrisiko gemindert. Für eine nachfolgende Korrosionsschutzbehandlung, insbesondere Galvanisierung, ist die Form der Topographieänderungen wesentlich: Erfindungsgemäß bildet sich ein gleichmäßig konturierter Berg aus, gemäß der JP 11-047967 bildet sich ein Krater aus. Ein Berg weist eine geringere Oberfläche als ein aus der gleichen Materialmenge gebildeter Krater auf und somit eine geringere Angriffsfläche gegenüber Korrosion. Darüber hinaus kann ein Berg auch zwischen zwei Blechen allseitig galvanisiert werden. Ein Krater wird jedoch von dem oben liegenden Blech ab-
35

gedeckt und kann innen nicht galvanisiert werden. In das Kraterinnere kann während des Zusammenfügens der Bleche Feuchtigkeit gelangen und die Topographieänderung wird zum Korrosionskeim.

5

Nachfolgend wird anhand zweier Ausführungsbeispiele das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert:

10 In einem ersten Ausführungsbeispiel wird ein beschichtetes Blech ausgerichtet, eine Scanner-Einrichtung wird gleichmäßig darüber verfahren und lenkt einen Laserstrahl nacheinander auf mehrere Bearbeitungsflächen. Die Scanner-Einrichtung besteht aus einem zwei-dimensional schwenkbaren computer-gesteuerten Spiegelsystem. Die Scannereinrichtung weist circa
15 320 mm Abstand zur Oberfläche des Bleches auf, der Laserfokus befindet sich circa 20 mm vor der Oberfläche. Durch die Defokussierung des Laserstrahls erfolgt eine flächige und gleichmäßige Erwärmung der Bearbeitungsfläche. Daraus resultiert eine gleichmäßigere Verdampfung der Beschichtung und die Aus-
20 bildung einer Topographieänderung in Form eines gleichmäßig konturierten Berges. Nach Erzeugung der benötigten Anzahl von Topographieänderungen wird ein zweites Blech zugeführt und ausgerichtet und danach werden beide zusammengepreßt und miteinander verschweißt.

25

In einem zweiten Ausführungsbeispiel werden zwei beschichtete Bleche übereinander beabstandet ausgerichtet. Eine Scanner-Einrichtung wird gleichmäßig darüber verfahren und lenkt einen Laserstrahl nacheinander auf mehrere Bearbeitungsflächen.
30 Die Scanner-Einrichtung besteht aus einem zwei-dimensional schwenkbaren computer-gesteuerten Spiegelsystem. Die Scannereinrichtung weist circa 305 mm Abstand zur Oberfläche ei-

nes Bleches auf, der Laserfokus befindet sich circa 4-7 mm vor der Oberfläche. Der Laserstrahl wird von der Scanner-Einrichtung derart geführt, daß er um das Zentrum seiner Bearbeitungsfläche eine enger werdende Spirale beschreibt.

5 Durch die Defokussierung des Laserstrahls erfolgt eine flächige und gleichmäßige Erwärmung der Bearbeitungsfläche. Durch die spiralförmige Bewegung von außen nach innen erfolgt eine gleichmäßigere Ausbildung der Topographieänderung auf der Laser-abgewandten Seite des Bleches in Form eines gleich-

10 mäßig konturierten Berges. Nach Erzeugung der benötigten Anzahl von Topographieänderungen werden beide Bleche zusammengepreßt und miteinander verschweißt. Dabei wird die Schweißnaht zumindest über einige der Topographieänderungen geführt.

15

Das erfindungsgemäße Verfahren erweist sich in den Ausführungsformen der vorstehend beschriebenen Beispiele als besonders geeignet für das Laserschweißen beschichteter Bleche in

20 der Automobilindustrie.

Insbesondere können so erhebliche Vorteile bezüglich der Bearbeitungszeit erzielt werden. Aber auch der Korrosionsschutz kann durch die verbesserte Form der Topographie-

25 änderungen und durch die Führung der Schweißnaht über zumindest einen Teil der Topographieänderungen verbessert werden.

Die Erfindung ist nicht nur auf die zuvor geschilderten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern vielmehr auf weitere

30 übertragbar.

So ist zum Beispiel denkbar, daß die Scanner-Einrichtung anstatt durch ein Spiegelsystem durch akusto-optische Modulator-

ren auszubilden. Ferner ist es möglich statt den Laserscanner über die Bauteiloberfläche zu führen, die Bauteile unter einem ortsfesten Scanner zu bewegen. Gegebenenfalls können Scanner und Bauteil eine gegenseitig koordinierte Bewegung
5 vollführen.

Auch der Abstand der Scanner-Einrichtung vom Blech und der Grad der Defokussierung sind nicht zwingend und können bei Bedarf, beispielsweise an die Laserleistung oder auch an das
10 Material von Blech und/oder Beschichtung, angepaßt werden. Zusätzlich kann es vorteilhaft sein, die Laserleistung während der Bestrahlung in geeigneter Weise zu variieren.

DaimlerChrysler AG

Stückrad
05.09.2002Patentansprüche

Verfahren zur Laserbearbeitung beschichteter Bleche,
bei dem auf mindestens einer Seite mindestens eines Bleches
5 mittels eines Lasers mindestens eine aus der Oberfläche her-
ausragende Topographieänderung erzeugt wird,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

10 daß der Laserstrahl mittels einer Scanner-Einrichtung auf die
Oberfläche gelenkt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

15 daß der Laserstrahl nicht auf die Oberfläche fokussiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20 daß der Laserstrahl die mindestens eine Topographieänderung
auf der ihm abgewandten Seite des mindestens einen Bleches
erzeugt, indem er dieses Blech im Bereich seiner Bearbei-
tungsfläche durchgehend aufschmilzt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß der Laserstrahl von der Scanner-Einrichtung derart ge-
führt wird,

daß er um das Zentrum seiner Bearbeitungsfläche eine enger
werdende Spirale beschreibt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens ein weiteres Blech mit dem mindestens einen
beschichteten Blech derart in Kontakt gebracht wird, daß die
5 mindestens eine herausragende Topographieänderung die Ausbil-
dung mindestens eines Spaltes zwischen den mindestens zwei
Blechen bewirkt, und
daß die mindestens zwei Bleche im Bereich des mindestens ei-
nen Spaltes miteinander verschweisst werden, derart, daß da-
10 bei auftretende Verdampfungsprodukte in den mindestens einen
Spalt entweichen können.

6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß die mindestens zwei Bleche derart miteinander ver-
schweisst werden, daß die entstehende Schweissnaht die vorher
erzeugte mindestens eine Topographieänderung zumindest teil-
weise ersetzt.

DaimlerChrysler AG

Stückrad
05.09.2002ZusammenfassungVerfahren zur Laserbearbeitung beschichteter Bleche.

- Bei vielen beschichteten Bleche, insbesondere bei Zink-
5 beschichteten Blechen wie sie in der Automobilindustrie Verwendung finden, weist das Beschichtungsmaterial einen deutlich niedrigeren Siedepunkt auf als das Material des Bleches. Dadurch kommt es beim Zusammenschweißen derartiger Bleche zu explosionsartigen Verdampfungen von Beschichtungsmaterial,
10 welche die Qualität der Verbindung stark beeinträchtigen. Zur Verbesserung der Verbindungsqualität wurde bereits vorgeschlagen mittels Abstandhaltern enge Spalten zwischen den Blechen zu erzeugen, in die das verdampfende Beschichtungsmaterial entweichen kann. Die Abstandhalter sollen z.B. durch
15 Laserbeschuß der Bleche erzeugt werden. Nachteilig dabei ist vor allem die erforderliche relativ lange Bearbeitungszeit, welche insbesondere in der Serienproduktion erhebliche Kosten verursacht.
- 20 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, die erforderliche Bearbeitungszeit der Bleche zu senken und dabei die Bearbeitungsqualität mindestens beizubehalten, vorzugsweise zu verbessern.
- 25 Die Aufgabe wird gelöst, durch ein Verfahren, bei dem der Laserstrahl mittels einer Scanner-Einrichtung auf die Oberfläche gelenkt wird. Eine Scanner-Einrichtung ist eine besonders schnelle und flexible Stahlablenk-Einrichtung. Dies ermöglicht eine Verringerung der Bearbeitungszeit um den Faktor 10
30 ohne die Bearbeitungsqualität zu vermindern

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.